

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013950997 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2001-435211/ 200147

XRPX Acc No: N01-322477

Two dimensional phase type optical element for reduction exposure system,  
has masks of dissimilar materials formed on substrate in layers crossing  
orthogonally, where gap between masks is adjusted by any one mask

Patent Assignee: CANON KK (CANO ); TANAKA I (TANA-I)

Inventor: TANAKA I

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000304913	A	20001102	JP 200012881	A	20000121	200147 B
US 20020187431	A1	20021212	US 2000504592	A	20000215	200314 N

Priority Applications (No Type Date): JP 9937705 A 19990216; US 2000504592  
A 20000215

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000304913	A		27	G02B-005/18	
US 20020187431	A1			G02B-005/32	

US 20020187431 A1 G02B-005/32

Abstract (Basic): JP 2000304913 A

NOVELTY - The masks (12,13) made up of strip like dissimilar materials, are formed in layers on a substrate crossing orthogonally. The intervals formed between the masks are adjusted by adjusting any one of the corresponding mask.

USE - In reduction exposure system for semiconductor device production.

ADVANTAGE - Since alignment error does not occur between two masks, levels are formed correctly.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the top view of substrate.

Masks (12,13)



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-304913

(P2000-304913A)

(43)公開日 平成12年11月2日(2000.11.2)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	2 H 0 4 9
G 0 3 H 1/04		G 0 3 H 1/04	2 K 0 0 8
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D 5 F 0 4 6

審査請求 有 請求項の数19 O L (全 27 頁)

(21)出願番号 特願2000-12881(P2000-12881)  
(22)出願日 平成12年1月21日(2000.1.21)  
(31)優先権主張番号 特願平11-37705  
(32)優先日 平成11年2月16日(1999.2.16)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

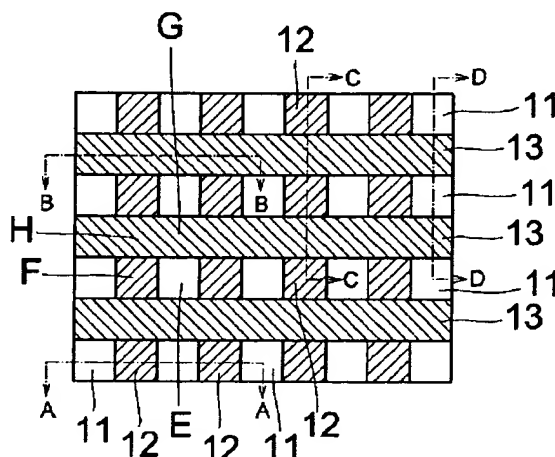
(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72)発明者 田中 一郎  
東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74)代理人 100075948  
弁理士 日比谷 征彦  
Fターム(参考) 2H049 AA07 AA13 AA33 AA37 AA40  
AA44 AA45 AA48 AA55  
2K008 AA10 EE04 FF12 FF13 FF14  
FF27 GG05 HH25  
5F046 AA02 AA05 AA25 BA03 CA02  
CA04

(54)【発明の名称】 二次元位相型光学素子の作製方法

(57)【要約】

【課題】 BO素子のレベルを正確に形成する。

【解決手段】 基板11にストライプ状のクロムパターン12を形成し、クロムパターン11の上に、ストライプ状のアルミニウムパターン13をクロムパターン12と直交するように形成する。基板11の表面を、双方のパターン12、13が存在しない領域Eと、一方のパターン12のみが存在する領域Fと、他方のパターン13のみが存在する領域Gと、双方のパターン12、13が存在する領域Hとに区分し、これらの領域E～Fをフォトリソグラフィにより個別に加工してレベルを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項2】 基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項3】 基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのうちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項4】 基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのうちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項5】 前記第1のマスクと前記第2のマスクにより覆わない部分の前記レベルは、前記第1のマスクと前記第2のマスクにより覆った部分の前記レベルよりも先に形成する請求項1～4のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項6】 前記第1のマスクと前記第2のマスクは異種の金属材料である請求項1～5のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項7】 前記第1のマスクと前記第2のマスクは、それらのストライプが互いに直交する方向に向くように形成したこと特徴とする請求項1～5のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項8】 前記第1のマスクはクロムであり、前記第2のマスクはアルミニウムであるか或いは前記第1のマスクはアルミニウム、前記第2のマスクはクロムである請求項1～7のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項9】 前記第3のマスクはアルミナである請求項3～8の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項10】 前記基板は石英である請求項1～9の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作

製方法。

【請求項11】 前記基板はフッ化物である請求項1～9の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項12】 前記基板がフッ化カルシウム又はフッ化マグネシウムである請求項11に記載の二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項13】 請求項1～12の何れか1つの方法に基づいて作製した二次元位相型光学素子を基にモールド形成することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法。

【請求項14】 請求項1～13の何れか1つの方法に基づいて作製した二次元位相型光学素子。

【請求項15】 請求項14の二次元位相型光学素子を使用した照明系。

【請求項16】 請求項15に記載の照明系によりマスクのパターンを照明する露光装置。

【請求項17】 請求項16に記載の露光装置により、デバイスパターンでウエハを露光し、露光した前記ウエハを現像する段階を有するデバイス製造方法。

【請求項18】 請求項14に記載の素子を有する光コネクタ。

【請求項19】 請求項18に記載のコネクタを有する光インタコネクションシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体生産用縮小露光装置や光インタコネクションに使用可能な位相型CGH、二次元バイナリ構造体、位相変調板等の二次元位相型光学素子の作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、複数の位相レベルを有する素子、所謂マルチレベル位相型光学素子の作製方法は、例えばOptus E No.11 pp95-100(1996)に記載されている。この種の素子を作製するには、基板をフォトリソグラフィにより加工する工程、例えば基板にレジストを塗布する工程、レチクルのパターンを基板に対して位置決めする工程、レチクルのパターンに基づいてレジストを露光する工程、レジストを現像してレジスト像によるマスクを形成する工程、マスクに基づいて基板をエッチングする工程等を繰り返している。この際に、基板に形成するマスクの数をLとすれば、基板には2のL乗の位相レベルを形成することが可能となる。

【0003】例えば、二次元位相型光学素子を作製する際には、先ず図152(a)に示すように基板1aの全面にレジストを塗布し、露光装置のレチクルによりレジストに露光と現像を行い、レジストパターン2aを形成する。次に、レジストパターン2aをマスクとしてエッチングし、図153(a)に示すように表面のレベル3aと深さが61nmのレベル3bを有する基板1bを形

成する。

【0004】その後、同様な方法で図152(b)に示すように基板1bの上にレジストパターン2bを形成し、基板1bをエッチングすることにより、図153(b)に示すように深さが122nm、183nmのレベル3c、3dが加わった基板1cを形成する。最後に、図152(c)に示すように基板1cの上にレジストパターン2cを形成し、基板1cをエッチングすることにより、図153(c)に示すように深さが244nm、305nm、366nm、427nmのレベル3e～3hが加わった基板1dを形成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述の従来例では、フォトリソグラフィの過程において基板1a～1cにレジストパターン2a～2cを順次に形成するので、基板1a～1cとレジストパターン2a～2cの間にアライメントエラーがそれぞれ生じ、図154

(a)に示すようにレベル3a、3d、3e、3hを有する基板1dであるべきところが、図154(b)に示すように変形部3i～3kが加わった基板1eとなってしまう、正確な形状のレベルを形成できないという問題がある。

【0006】また、露光装置のレクチルのセグメントが矩形であるので、例えば図153(a)に示すようなセグメントの隅部が矩形となるべきレジストパターン2aが、図155に示すようなセグメントの隅部に丸まった部分を有するレジストパターン2dとなってしまう、上述と同様に正確な形状のレベルを形成できないという問題がある。

【0007】本発明の目的は、上述の問題点を解消し、レベルを正確に形成し得る二次元位相型光学素子の作製方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明に係る二次元位相型光学素子の作製方法は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする。

【0009】また、本発明に係る二次元位相型光学素子の作製方法は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする。

【0010】本発明に係る二次元位相型光学素子の作製方法は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのう

ちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする。

【0011】本発明に係る二次元位相型光学素子の作製方法は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのうちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする。

【0012】なお、基板の材料と、前記各マスクの材料とが違ふことは云うまでもない。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明を図1～図151に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1～図68は第1の実施例の位相型CGH(計算機ホログラム)の作製方法の工程図であり、図1は基板11の上に不透明のクロムパターン12とアルミニウムパターン13を形成した状態の平面図、図2(a)、(b)、(c)、(d)は図1のA-A線、B-B線、C-C線、D-D線に沿った断面図である。クロムパターン12はストライプ状に形成し、アルミニウムパターン13はクロムパターン12の上にクロムパターン12と略直交するように形成する。そして、クロムパターン12とアルミニウムパターン13の双方が存在しない領域Eと、クロムパターン12のみが存在する領域Fと、アルミニウムパターン13のみが存在する領域Gと、クロムパターン12とアルミニウムパターン13の双方が存在する領域Hとの4領域に区分し、各領域E～Hをフォトリソグラフィにより個別に加工し、8レベルをそれぞれ形成する。

【0014】基板11の材料には石英やフッ化カルシウムを使用するか、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム、フッ化アルミニウム等のフッ化物を使用する。特に、露光装置がArFエキシマレーザー、KrFエキシマレーザー、超高圧水銀ランプのi線等によりレクチルパターンを縮小する場合には石英が有効となる。露光装置がArFレーザー、フッ素レーザー等の短波長の光線を使用してレクチルパターンを縮小する場合は、フッ化物が有効となる。

【0015】パターン12、13には、クロムやアルミニウムの代りにタングステン、モリブデン等の金属材料や、窒化シリコン膜、アルミナ膜等の無機材料も使用できる。また、パターン12、13の表面に反射防止処理を施すことも有効である。そして、パターン12、13を形成する装置としては、ステッパ、電子ビーム描画装置、イオンビーム描画装置等を使用できる。

【0016】エッチングには平行平板反応性イオンエッチング(RIE)法、スパッタエッチング法又はイオンミリング法を採用できる上に、低圧高密度プラズマによる誘導結合プラズマ(ICP)法、超高周波(UHF)

プラズマ法等を採用でき、特にイオンミリング法は基板11にフッ化物を使用した場合に最適となる。そしてウェットエッチングには、例えば赤血塩、KOH、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ のPH8程度の緩衝溶液を使用し、ドライエッチングには $\text{CF}_4$ 又は $\text{CF}_4$ と酸素の混合ガスを使用する。この場合に、基板11はパターン12、13と同一条件でエッチングできる。

【0017】そして、基板11に反射材料を用いるか、或いは基板11に反射材料を蒸着、メッキ、スパッタリング、化学蒸着(CVD)等により成膜することにより反射型の位相型CGHとすることができ、その表面に反射増強膜を形成してもよい。

【0018】本発明による位相型CGHは第1～第4の工程を経て作製する。第1の工程では、クロムパターン12とアルミニウムパターン13をマスクとして、領域Eにパターンニングとエッチングを3回繰り返し8レベルを形成する。第2の工程では、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により領域Eを覆い、その後に領域Fのクロムパターン12の露出部分を除去して基板11をエッチングし、これを7回繰り返し8レベルを形成する。第3の工程では、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により領域E、Fを覆い、その後に領域Gのアルミニウムパターン13の露出部分を除去して基板11をエッチングし、これを7回繰り返し8レベルを形成する。第4の工程では、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により領域E、F、Gを覆い、その後に領域Gのクロムパターン12の露出部分を除去して基板11をエッチングし、これを7回繰り返し8レベルを形成する。

【0019】第1～第4の工程を更に詳細に説明すると、第1の工程では図2に示すように、先ず基板11の表面にクロムパターン12をフォトリソグラフィによりストライプ状に形成する。クロムは塩素ガスと酸素ガスの混合ガスを使用してRIE法によりエッチングする。そして、図3に示すようにクロムパターン12の上にアルミニウムパターン13をクロムパターン12と直交する方向に向けてストライプ状に形成する。アルミニウムは例えば $\text{BCl}_3$ 、塩素ガスと酸素ガスの混合ガスを使用してRIE法によりエッチングする。これにより、パターン12、13の間に基板11の表面であるレベル11aが露出する。なお、エッチングの際にクロムパターン12もエッチングしてしまうことがあるので、エッチングのエンドポイントに十分注意する必要がある。また、アルミニウムパターン13は必要に応じてクロムパターン12と直交しない方向に向けて形成してもよい。

【0020】次に、図4、図5に示すように基板11の上の必要部分にレジストパターン14を形成し、図6に示すようにパターン12、13、14をマスクとして基板11を61nmエッチングする。エッチングは $\text{CF}_4$ と水素の混合ガスを使用し、圧力を4Paとして例えば

RIE法により行い、2レベル11a、11bが完成する。

【0021】その後に、レジストパターン14を剥離した後に、図7、図8に示すようにレジストパターン15を必要部分に形成し、図9に示すようにパターン12、13、15をマスクとして基板11を122nmエッチングし、4レベル11a～11dが完成する。このときのエッチングの条件は、図6の工程と同様とする。

【0022】そして、レジストパターン15を剥離し、図10、図11に示すようにレジストパターン16を必要部分に形成し、図12に示すようにパターン12、13、16をマスクとして基板11を244nmエッチングし、このときのエッチングの条件も図6の工程と同様とし、8レベル11a～11hが完成する。

【0023】第2の工程では、レジストパターン16を剥離した後にネガレジストを全面に塗布して背面露光と現像を行い、図13、図14に示すようにパターン12、13をコンタクトマスクとして領域Eのみにネガレジストパターン17を形成する。そして、図15、図16に示すように必要部分にレジストパターン18を形成した後に、パターン13、17、18をマスクとしてクロムパターン12をエッチングにより図17、図18に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングには、例えば硝酸セリウムアンモニウム、過塩素酸及び水の混合溶液を使用する。オーバエッチングが多いとアンダカットが大きくなるので、オーバエッチングは最小限、例えば5%程度に留める必要がある。また、ドライエッチングの場合には、アルミニウムとの選択比が例えば3以上の条件を選択する。

【0024】次に、図19に示すようにパターン13、17、18をマスクとして基板11を61nmエッチングし、2レベル11a、11bが完成する。なお、レベル11bはこの後にエッチングすることはない。基本的にはこの工程を7回繰り返し、領域Fに8レベル11a～11hを形成するが、ここでは更なる2回の工程を説明する。

【0025】レジストパターン17、18を図20、図21に示すように剥離し、図22、図23に示すようにネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像によりレジストパターン19を形成する。次に、図24、図25に示すように必要部分にレジストパターン20を形成し、クロムパターン12の露出部分をエッチングにより図26、図27に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングの条件は図17、図18の工程と同様とする。

【0026】その後に、図28に示すように基板11を305nmエッチングすることにより、レベル11fが完成する。そして、レジストパターン19、20を剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図29、図30に示すようにレジストパタ

ーン21を形成する。更に、クロムパターン12の露出部分をエッチングにより図31に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングの条件は図17、図18と同様とする。そして、図32に示すようにパターン13、21をマスクとして基板11を427nmエッチングし、レベル11hが完成する。

【0027】第3の工程では、レジストパターン21を図33、図34に示すように剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図35、図36に示すようにレジストパターン22を形成する。次に、図37、図38に示すように必要部分にレジストパターン23を形成し、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより図39、図40に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングには、例えば硝酸、リン酸、酢酸及び水の混合溶液を使用する。そして、図41に示すようにパターン12、22、23をマスクとして基板11を122nmエッチングし、レベル11cが完成する。

【0028】更に、レジストパターン22、23を図42に示すように剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図43に示すようにレジストパターン24を形成する。次に、図44、図45に示すように必要部分にレジストパターン25を形成し、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより除去し、図46に示すようにレベル11aを露出させる。このときエッチングの条件は、図39、図40の工程と同様とする。

【0029】そして、図47に示すようにパターン12、24、25をマスクとして基板11を183nmエッチングし、レベル11dが完成する。8レベルを形成するためには、同様の工程を4回繰り返す必要があるが、ここでは省略する。

【0030】次に、レジストパターン24、25を図48に示すように剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図49、図50に示すようにレジストパターン26を形成する。その後に、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより図51に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングの条件も図39、図40と同様とする。そして、図52に示すようにパターン12、26をマスクとして基板11を427nmエッチングし、レベル11hが完成する。

【0031】第4の工程では、レジストパターン26を図53、図54に示すように剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図55に示すようにレジストパターン27を形成する。次に、図56、図57に示すようにクロムパターン12の必要部分をレジストパターン28により覆った後に、クロムパターン12の露出部分をエッチングにより図58に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときの

エッチングの条件は図17、図18の工程と同様とする。そして、図59に示すようにレジストパターン27、28をマスクとして、基板11を183nmエッチングしレベル11dが完成し、8レベル11a～11hを完成するためには、同様の工程を5回繰り返す必要があるが、ここでは省略する。

【0032】次に、パターン27、28を図60、図61に示すように剥離し、図62、図63に示すようにネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像によりレジストパターン29を形成する。その後に、クロムパターン12の露出部分をエッチングにより図64、図65に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときエッチングの条件も図58の工程と同様とする。そして、図66に示すようにレジストパターン29をマスクとして基板11を366nmエッチングし、レベル11gが完成する。最後に、レジストパターン29を図67、図68に示すように剥離し、所望の8レベル11a～11h（レベル11a、11cは図示せず）を有する位相型CGHが完成する。

【0033】このように第1の実施例では、基板11上に形成したクロムパターン12、アルミニウムパターン13、レジストパターン14～29に基づいて、全てのレベル11a～11hを形成できるので、アライメントエラーが生ずることがなく、レベルを正確に形成できる。また、従来のように露光装置のレクチルによりレジストパターンを形成する必要がないので、レクチルのセグメントが矩形であっても、レジストパターンのセグメントの隅部が丸まることがなく、正確なレベルを形成できる。

【0034】図69～図91は第2の実施例の位相型CGHの作製方法の工程図であり、第1の工程と第2の工程は第1の実施例と同様である。

【0035】第3の工程では、第1の実施例の図33、図34に示す状態のアルミニウムパターン13を研磨し、図69、図70に示すようにクロムパターン12の表面を露出させる。研磨には例えばラップ盤を使用し、研磨剤は酸化セリウム5/100ミクロンの粒径とし、研磨布はウレタンシートとし、研磨条件は30rpm、50g/cm<sup>2</sup>とする。

【0036】次に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図71、図72に示すようにレジストパターン31を形成する。その後に、図73、図74に示すように必要部分にレジストパターン32を形成し、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより図75、図76に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングの条件は、第1の実施例の図39、図40の工程と同様とする。そして、図77に示すようにパターン12、31、32をマスクとして、基板11を183nmエッチングしレベル11dが完成する。

【0037】更に、レジストパターン31、32を剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図78、図79に示すようにレジストパターン33を形成する。次に、必要部分にレジストパターン34を形成し、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより図80、図81に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチング条件も図75、図76の工程と同様とする。

【0038】そして、図82に示すようにパターン12、33、34をマスクとして、基板11を183nmエッチングしレベル11dが完成する。8レベル11a～11hが完成するためには、同様な工程を4回繰り返す必要があるが、ここでは省略する。

【0039】次に、レジストパターン33、34を図83、図84に示すように剥離した後に、ネガレジストを全面に塗布し、背面露光と現像により図85、図86に示すようにレジストパターン35を形成する。その後、アルミニウムパターン13の露出部分をエッチングにより図87、図88に示すように除去し、レベル11aを露出させる。このときのエッチングの条件は、図75、図76の工程と同様とする。そして、図89に示すようにパターン12、35をマスクとして、基板11を427nmエッチングしレベル11hが完成する。最後に、図90、図91に示すようにパターン35を剥離して第3の工程を終了する。

【0040】なお、第4の工程は第1の実施例の第4の工程と全く同様となり、この第2の実施例も第1の実施例と同様な効果を達成できる。

【0041】図92～図147は第3の実施例の位相型CGHの作製方法の工程図であり、第1の工程は第1の実施例と同様である。

【0042】第2の工程では、第1の実施例の図10、図12に示す状態のレジストパターン16を除去し、図92、図93に示すようにポジレジスト41を全面に塗布し、背面露光して、現像すると、クロムパターン12とアルミニウムパターン13がコンタクトマスクとなり、クロムパターン12とアルミニウムパターン13が存在する個所のみに、図94、図95に示すようにポジレジストパターン42を形成する。次に、図96、図97示すように蒸着法又はスパッタ法を用いて、アルミナ膜43を全面に成膜する。続いて、リフトオフ法によりポジレジストパターン42及びポジレジストパターン42上に成膜されているアルミナ膜43を除去することにより、図98、図99に示すように基板11上のみにアルミナ膜パターン44が形成されることにより、領域Eにのみアルミナ膜パターン44を形成することができる。

【0043】次に、露出している部分のクロムパターン12を図100、図101に示すようにウェットエッチング或いはRIE法により除去する。この際のエッチ

ング液として、例えば硝酸セリウムアンモニウム、過塩素酸、水の混合溶液を用いる。また、オーバーエッチ時間が長いとアンダーカットが大きくなるため、オーバーエッチは例えば5%程度の最小限に止める。また、RIE法を用いる場合には、アルミニウムとアルミナとの選択比が例えば3以上の条件が好ましい。

【0044】次に、図102、図103に示すように必要部分にフォトレジストパターン45を形成する。続いて、図104に示すように、このフォトレジストパターン45、アルミナ膜43、アルミニウムパターン13をマスクとして、基板11を61nmエッチングする。エッチングには例えばCF<sub>4</sub>と水素の混合ガスを使用し、圧力を4PaとしてRIE法により行う。

【0045】そして、フォトレジストパターン45を図105、図106に示すように剥離し、再び必要部分にフォトレジストパターン46を形成する。続いて、このフォトレジストパターン46、アルミナ膜43、アルミニウムパターン13をマスクとして基板11を122nmエッチングする。このときのエッチング条件は図102、図103の工程と同様とする。

【0046】更に、フォトレジストパターン46を図107、図108に示すように剥離し、再度必要部分にフォトレジストパターン47を形成する。続いて、フォトレジストパターン47、アルミナ膜43、アルミニウムパターン13をマスクとして、基板11を244nmエッチングする。このときのエッチング条件は図102、図103の工程と同様とし、8レベル11a～11hとする。

【0047】第3の工程では、フォトレジストパターン47を図109、図110に示すように剥離する。続いて、図111、図112に示すように、ポジレジストを全面に塗布し、背面より露光し現像する。この際の露光光に例えばi線を用いた場合には、アルミニウムパターン13は露光光が透過しないため、アルミニウムパターン13上のみにレジストパターン48が形成される。

【0048】次に、図113、図114に示すように、蒸着法又はスパッタ法によりアルミナ膜49を成膜する。続いて、リフトオフ法によりレジストパターン48とレジストパターン48上のアルミナ膜49を図115、図116に示すように除去することにより、領域E及びFにのみアルミナ膜49を形成することができる。

【0049】次に、ウェットエッチングによりアルミニウムパターン13を図117、図118に示すように除去する。この際のエッチング液には、例えばりん酸、硝酸、酢酸、水の混合溶液を用いる。このようにして基板11の領域Gのみが露出した状態になる。

【0050】また、図119、図120に示すように、再び必要部分にレジストパターン50を形成する。次に、図121に示すように、レジストパターン50、クロムパターン12及びアルミニウムパターン13をマス



クとして基板11を61nmエッチングする。

【0051】次に、レジストパターン50を図122、図123に示すように剥離し、再度必要部分にレジストパターン51を形成した後に、図124に示すようにレジストパターン51、クロムパターン12、アルミニウムパターン13をマスクとして、基板11を122nmエッチングする。

【0052】更に、レジストパターン51を図125、図126に示すように剥離し、再度必要部分にレジストパターン52を形成した後に、図127に示すようにレジストパターン52、クロムパターン12、アルミニウムパターン13をマスクとして、基板11を244nmエッチングすることにより、8レベル11a~11hが完成する。

【0053】第4の工程では、レジストパターン52を図128、図129に示すように剥離する。続いて、ポジレジストを全面に塗布し、背面より露光し現像することにより、図130、図131に示すようにクロムパターン12上のみレジストパターン53を形成することができる。次に、図132、図133に示すように、蒸着法又はスパッタ法によりアルミナ膜54を成膜する。また、リフトオフ法によりレジストパターン53とこのレジストパターン53上のアルミナ膜54を図134、図135に示すように除去する。

【0054】次に、ウェットエッチングによりクロムパターン12を図136、図137に示すように除去することにより、領域Fのみに基板11が露出した状態になる。この際のエッチング液には、例えば過塩素酸、硝酸セリウムアンモニウム、水の混合溶液を用いる。続いて、図138、図139に示すように、再び必要部分にレジストパターン55を形成する。次に、図140に示すように、レジストパターン55、アルミナ膜54をマスクとして基板11を61nmエッチングした後に、レジストパターン55を図141、図142に示すように剥離し、再度必要部分にレジストパターン56を形成する。更に、図143に示すように、レジストパターン56、アルミナ膜54をマスクとして基板11を122nmエッチングした後に、レジストパターン56を図144、図145に示すように剥離し、再度必要部分にレジストパターン57を形成し、このレジストパターン57、アルミナ膜54をマスクとして、基板11を244nmエッチングする。

【0055】最後にレジストパターン57を図147に示すように剥離し、アルミナ膜54を180℃のりん酸により除去することにより、図148、図149に示すような8段の所望のマルチレベルCGH素子が完成する。

【0056】図150は第4の実施例の回折光学素子のモールド方法の工程図であり、第1の実施例又は第2の実施例又は第3の実施例と同様な方法に基づいて作製し

たCGH基板を型として、合成樹脂製の階段状の回折光学素子をモールドする工程を示している。

【0057】先ず、図150(a)に示すように、ガラス基板61の上にシリンジ62から合成樹脂63を滴下する。この合成樹脂63には、反応硬化型樹脂、即ちアクリル系やエポキシ系等の紫外線硬化型樹脂を使用するか、又は熱硬化型樹脂を使用する。次に、図150

(b)に示すように第1の実施例又は第2の実施例又は第3の実施例と同様な方法で作製したCGH基板64を合成樹脂63の上から押し付け、図150(c)に示すように合成樹脂63によるレプリカ65を形成する。そして、レプリカ65を固化した後に、CGH基板64を図150(d)に示すようにレプリカ65から剥離すると、階段状の回折光学素子が完成する。

【0058】なお、CGH基板64を合成樹脂63に押し付ける前に、必要に応じてCGH基板64の表面に離型剤を塗布してもよい。また、紫外線硬化型樹脂を使用した場合は、CGH基板64側から紫外線を照射してレプリカ65を固化させる。更には、熱硬化型樹脂を使用した場合は加熱処理によりレプリカ65を固化させることが好ましい。

【0059】この第4の実施例では、第1又は第2の実施例又は第3の実施例と同様な方法により、CGH基板64にレベルを正確に形成しているので、正確なレベルを有する回折光学素子をモールドできる。

【0060】以上の各実施例によれば、従来のように露光装置のレチクルによりレジストパターンを形成する必要がないので、レチクルのセグメントが矩形であっても、レジストパターンのセグメントの隅部が丸まることがなく、正確なレベルを形成できる。

【0061】図151は第5の実施例の半導体用露光装置即ちステッパの照明系の構成図であり、ステッパには第1~4の実施例と同様な方法により作製した位相型CGHが使用されている。ステッパにおいて、光源71から出射した光束の進行方向に、光束整形光学系72、位相型CGH73、リレーレンズ系74、絞り75、ズーム光学系76、多光束発生光学系77及び照射手段78が順次に配置され、被照射面であるレチクル79を照射可能とされている。

【0062】光源71はi線又はフッ化クリプトンレーザー、フッ化アルゴンレーザー、フッ素レーザー、アルゴンダイマーレーザー等の紫外線を射出するようになっており、位相型CGH73は輪帯状又は4重極状の形状を作製することが可能とされている。この第4の実施例の照明系では、レベルを正確に形成した位相型CGH73を使用したので、変形照明時の光学性能と光の利用効率とが向上する。

【0063】なお、照明されたレチクルのデバイスパターンは投影光学系によりウエハ上に投影され、このパターンでウエハが露光される。露光されたウエハは現像さ

れ、エッチングされ、その上にデバイスパターンが生成される。

【0064】本発明の素子は、光インタコネクタ、光インタコネクションシステムにも適用できる。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る二次元相型光学素子の作製方法は、基板上に異種材料を重ねて形成した互いにストライプの向きが異なる第1のマスクと第2のマスクの少なくとも一方により全てのレベルを規定するので、第1のマスクと第2のマスクの間にアライメントエラーが生ずることがなく、レベルを正確に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の第1の工程における基板の平面図である。

【図2】第1の工程における基板の断面図である。

【図3】第1の工程における基板の断面図である。

【図4】第1の工程における基板の平面図である。

【図5】第1の工程における基板の断面図である。

【図6】第1の工程における基板の断面図である。

【図7】第1の工程における基板の平面図である。

【図8】第1の工程における基板の断面図である。

【図9】第1の工程における基板の断面図である。

【図10】第1の工程における基板の平面図である。

【図11】第1の工程における基板の断面図である。

【図12】第1の工程における基板の断面図である。

【図13】第2の工程における基板の平面図である。

【図14】第2の工程における基板の断面図である。

【図15】第2の工程における基板の平面図である。

【図16】第2の工程における基板の断面図である。

【図17】第2の工程における基板の平面図である。

【図18】第2の工程における基板の断面図である。

【図19】第2の工程における基板の断面図である。

【図20】第2の工程における基板の平面図である。

【図21】第2の工程における基板の断面図である。

【図22】第2の工程における基板の平面図である。

【図23】第2の工程における基板の断面図である。

【図24】第2の工程における基板の平面図である。

【図25】第2の工程における基板の断面図である。

【図26】第2の工程における基板の平面図である。

【図27】第2の工程における基板の断面図である。

【図28】第2の工程における基板の断面図である。

【図29】第2の工程における基板の平面図である。

【図30】第2の工程における基板の平面図である。

【図31】第2の工程における基板の断面図である。

【図32】第2の工程における基板の断面図である。

【図33】第3の工程における基板の平面図である。

【図34】第3の工程における基板の断面図である。

【図35】第3の工程における基板の平面図である。

【図36】第3の工程における基板の断面図である。

【図37】第3の工程における基板の平面図である。

【図38】第3の工程における基板の断面図である。

【図39】第3の工程における基板の平面図である。

【図40】第3の工程における基板の断面図である。

【図41】第3の工程における基板の断面図である。

【図42】第3の工程における基板の平面図である。

【図43】第3の工程における基板の平面図である。

【図44】第3の工程における基板の平面図である。

【図45】第3の工程における基板の断面図である。

【図46】第3の工程における基板の平面図である。

【図47】第3の工程における基板の断面図である。

【図48】第3の工程における基板の平面図である。

【図49】第3の工程における基板の平面図である。

【図50】第3の工程における基板の断面図である。

【図51】第3の工程における基板の平面図である。

【図52】第3の工程における基板の断面図である。

【図53】第4の工程における基板の平面図である。

【図54】第4の工程における基板の断面図である。

【図55】第4の工程における基板の断面図である。

【図56】第4の工程における基板の平面図である。

【図57】第4の工程における基板の断面図である。

【図58】第4の工程における基板の平面図である。

【図59】第4の工程における基板の断面図である。

【図60】第4の工程における基板の平面図である。

【図61】第4の工程における基板の断面図である。

【図62】第4の工程における基板の平面図である。

【図63】第4の工程における基板の断面図である。

【図64】第4の工程における基板の平面図である。

【図65】第4の工程における基板の断面図である。

【図66】第4の工程における基板の断面図である。

【図67】第4の工程における基板の平面図である。

【図68】第4の工程における基板の断面図である。

【図69】第2の実施例の第3の工程における基板の平面図である。

【図70】第3の工程における基板の断面図である。

【図71】第3の工程における基板の平面図である。

【図72】第3の工程における基板の断面図である。

【図73】第3の工程における基板の平面図である。

【図74】第3の工程における基板の断面図である。

【図75】第3の工程における基板の平面図である。

【図76】第3の工程における基板の断面図である。

【図77】第3の工程における基板の断面図である。

【図78】第3の工程における基板の平面図である。

【図79】第3の工程における基板の断面図である。

【図80】第3の工程における基板の平面図である。

【図81】第3の工程における基板の断面図である。

【図82】第3の工程における基板の断面図である。

【図83】第3の工程における基板の平面図である。

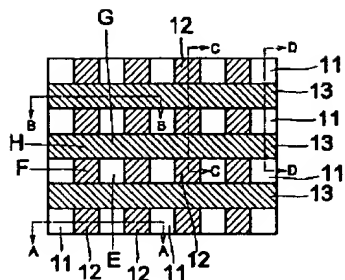
【図84】第3の工程における基板の断面図である。

【図85】第3の工程における基板の平面図である。

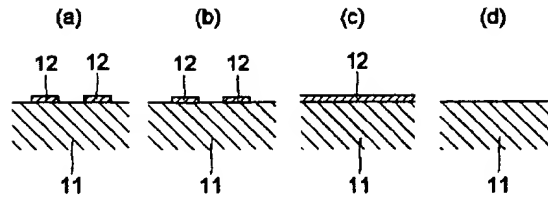
【図86】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図87】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図88】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図89】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図90】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図91】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図92】第3の実施例の第2の工程における基板の平面図である。  
 【図93】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図94】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図95】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図96】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図97】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図98】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図99】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図100】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図101】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図102】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図103】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図104】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図105】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図106】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図107】第2の工程における基板の平面図である。  
 【図108】第2の工程における基板の断面図である。  
 【図109】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図110】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図111】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図112】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図113】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図114】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図115】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図116】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図117】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図118】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図119】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図120】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図121】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図122】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図123】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図124】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図125】第3の工程における基板の平面図である。  
 【図126】第3の工程における基板の断面図である。

【図127】第3の工程における基板の断面図である。  
 【図128】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図129】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図130】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図131】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図132】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図133】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図134】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図135】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図136】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図137】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図138】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図139】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図140】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図141】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図142】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図143】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図144】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図145】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図146】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図147】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図148】第4の工程における基板の平面図である。  
 【図149】第4の工程における基板の断面図である。  
 【図150】回折光学素子のモールド方法の説明図である。  
 【図151】位相型CGHを備えた照明系の構成図である。  
 【図152】従来例のレジストパターンの平面図である。  
 【図153】従来例の基板の平面図である。  
 【図154】従来例の図153(c)のZ-Z線に沿った断面図である。  
 【図155】従来例のレジストパターンの平面図である。  
 【符号の説明】  
 11 基板  
 11a~11h レベル  
 12 クロムパターン  
 13 アルミニウムパターン  
 14~57 レジストパターン  
 65 回折光学素子  
 73 位相型CGH

【図1】

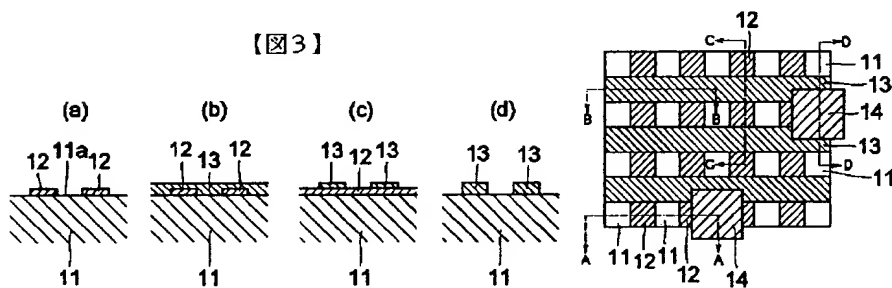


【図2】

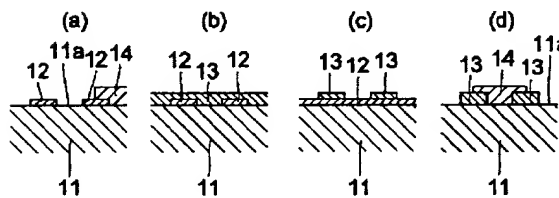


【図4】

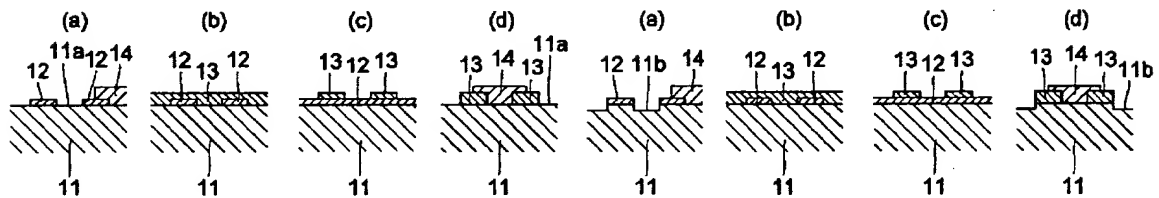
【図3】



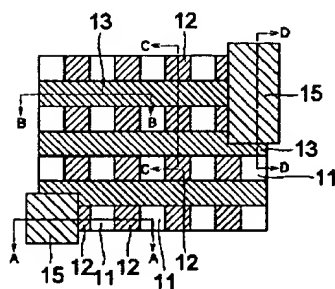
【図5】



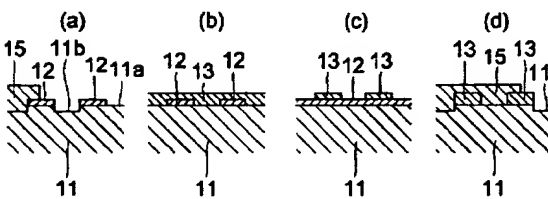
【図6】



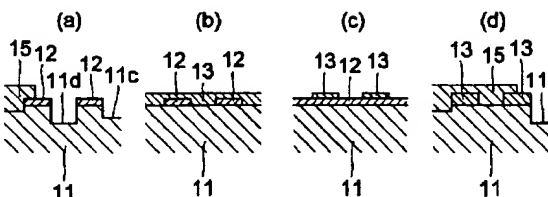
【図7】



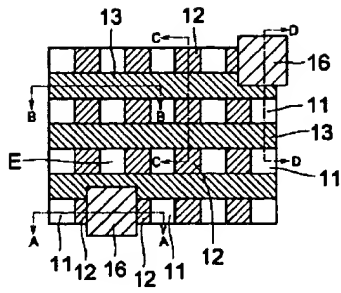
【図8】



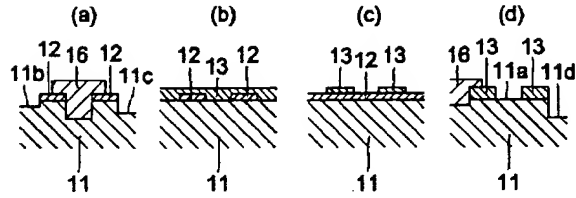
【図9】



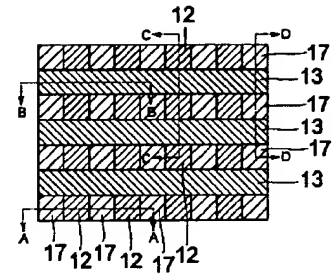
【図10】



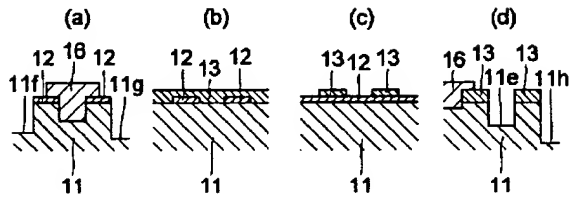
【図11】



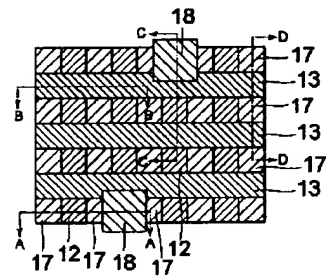
【図13】



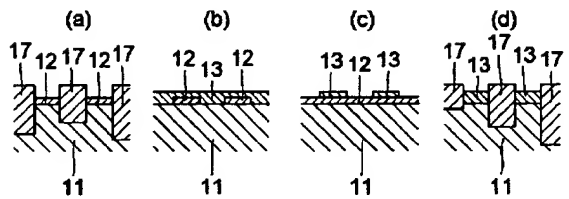
【図12】



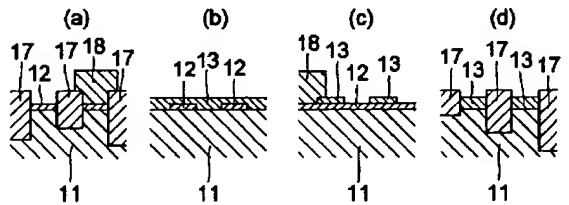
【図15】



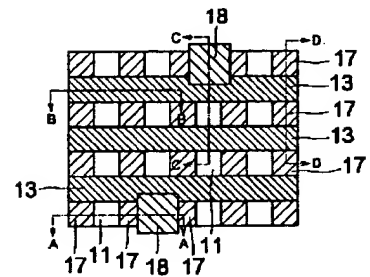
【図14】



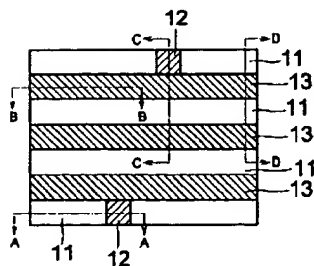
【図16】



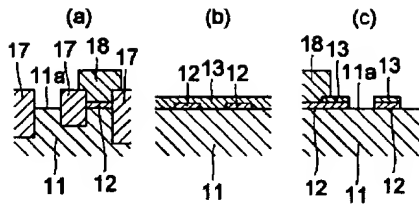
【図17】



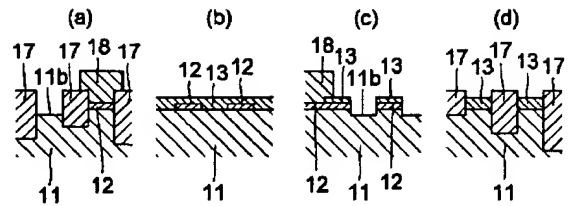
【図20】



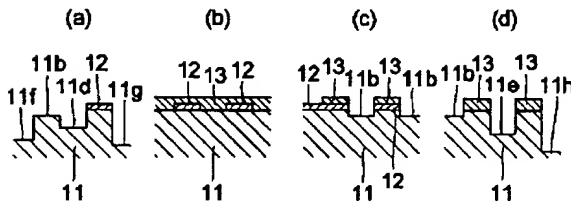
【圖18】



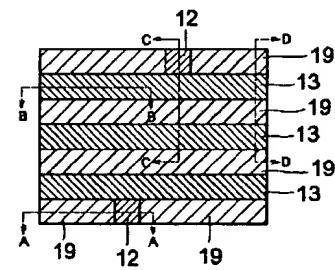
【圖19】



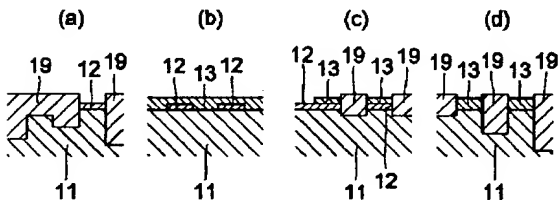
【圖21】



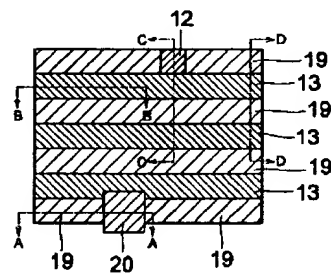
【圖22】



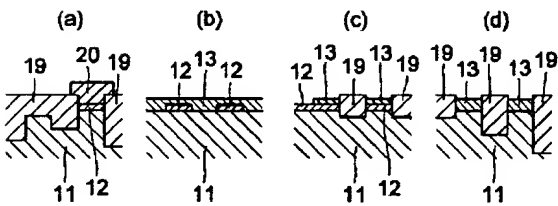
【圖23】



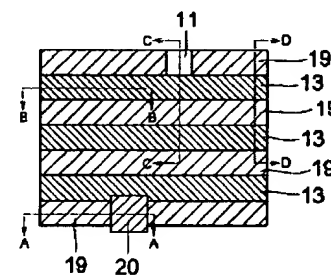
【圖24】



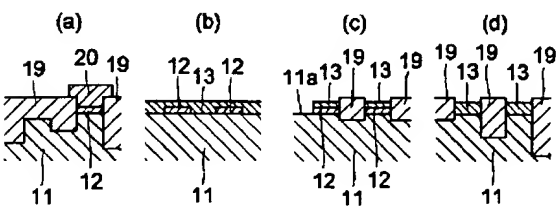
【圖25】



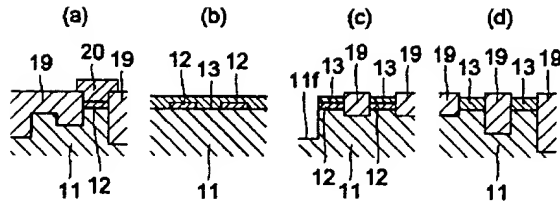
【圖26】



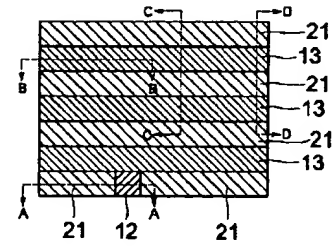
【圖27】



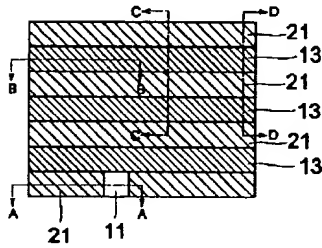
【図28】



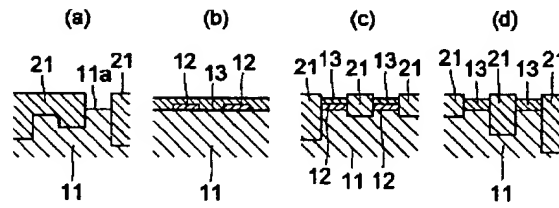
【図29】



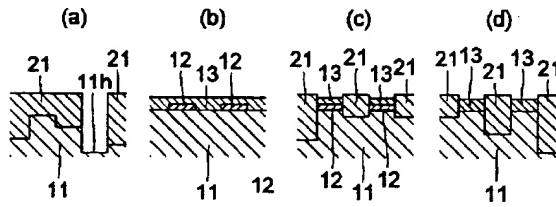
【図30】



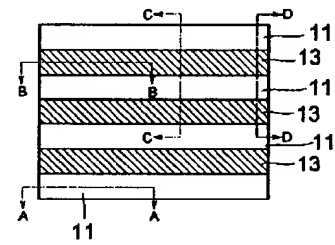
【図31】



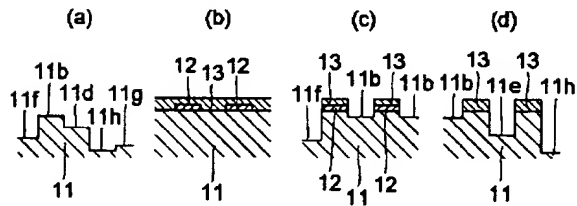
【図32】



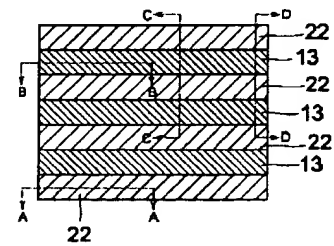
【図33】



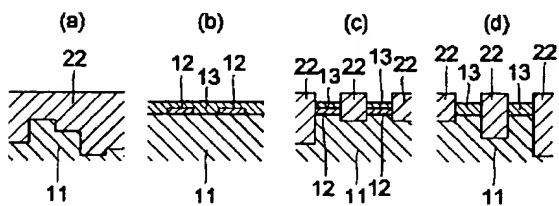
【図34】



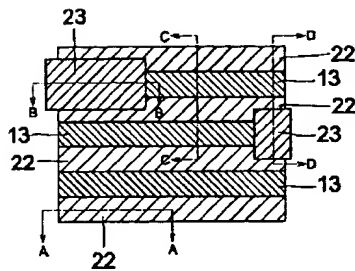
【図35】



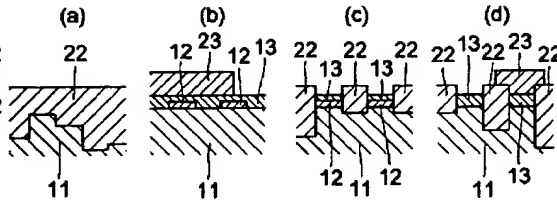
【図36】



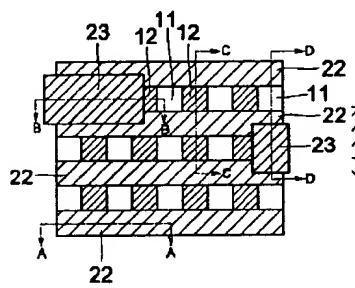
【图37】



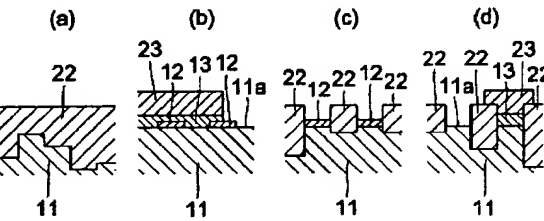
【图38】



【图39】



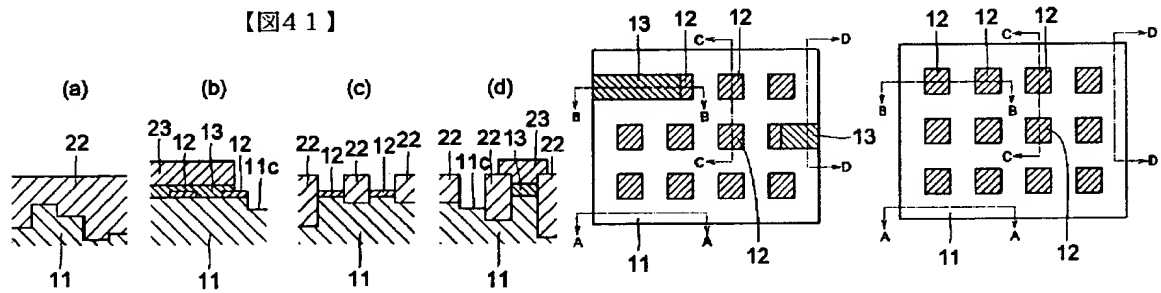
【图40】



【图42】

【图53】

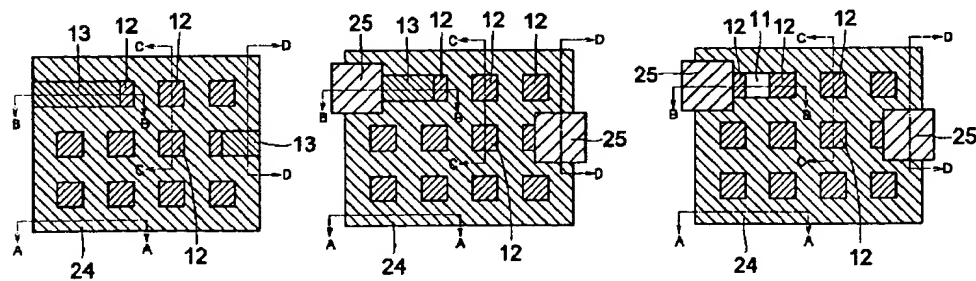
【图41】



【图43】

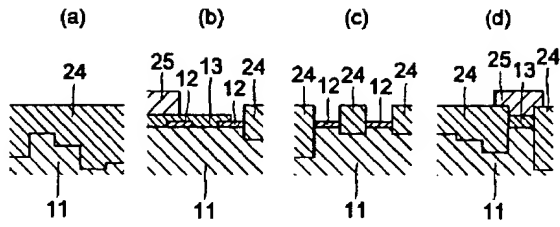
【图44】

【图46】

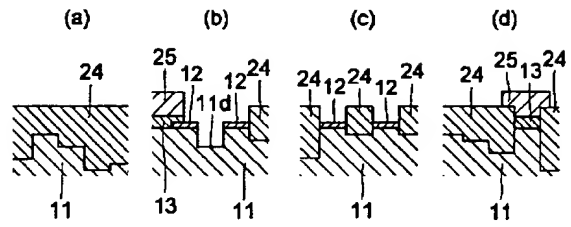




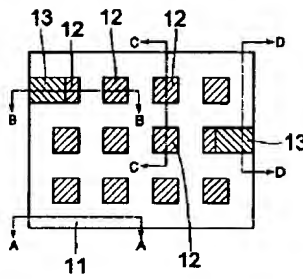
【图45】



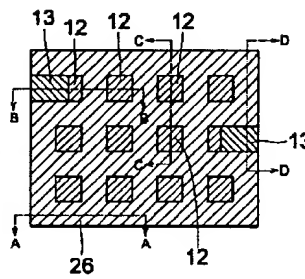
【图47】



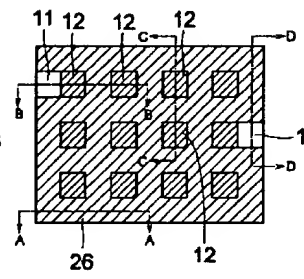
【图48】



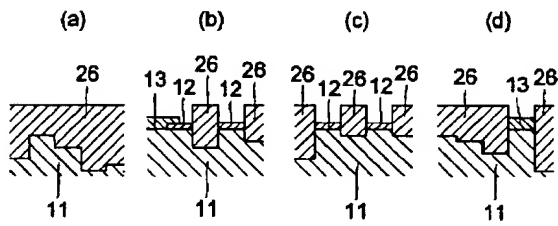
【图49】



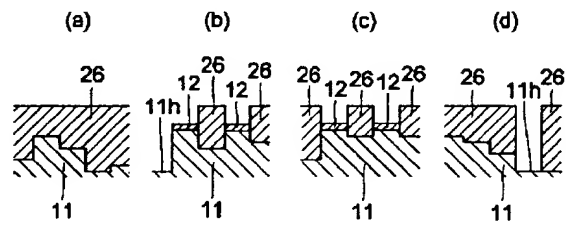
【图51】



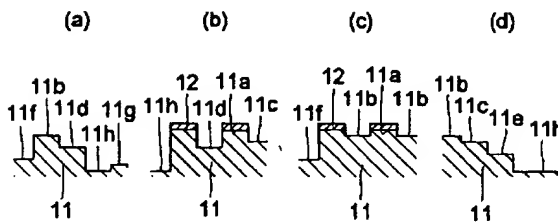
【图50】



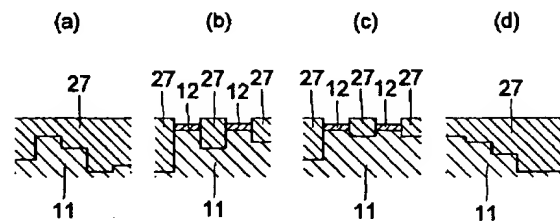
【图52】



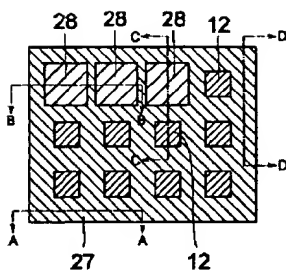
【图54】



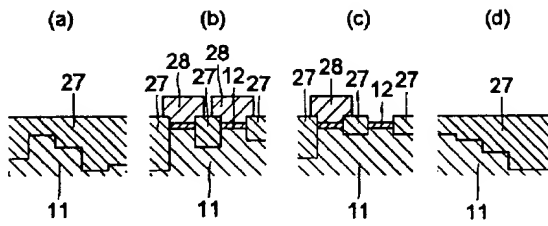
【图55】



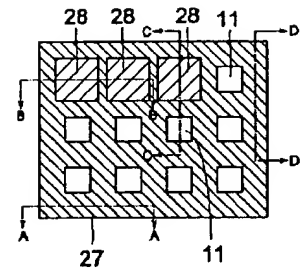
【図56】



【図57】

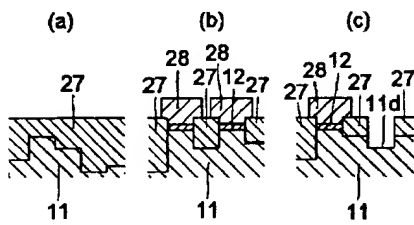


【図58】

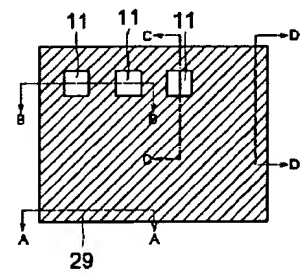


【図60】

【図59】

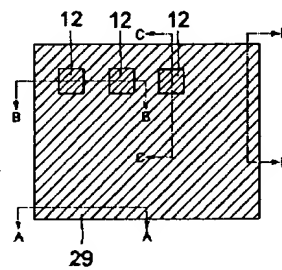
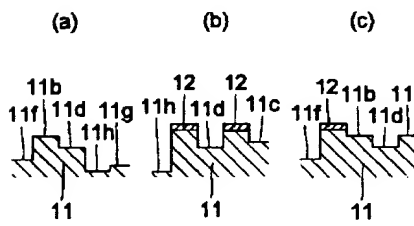


【図64】



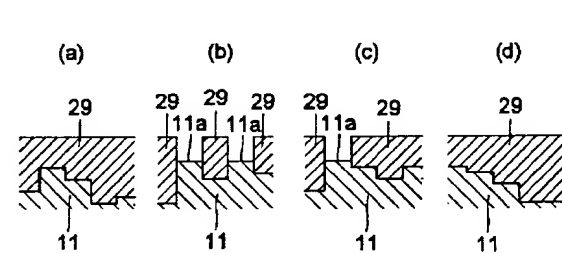
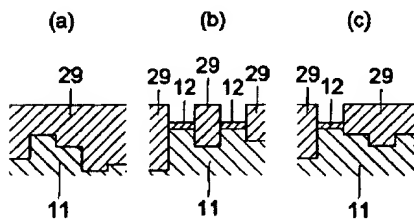
【図61】

【図62】

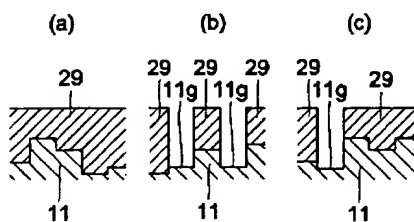


【図63】

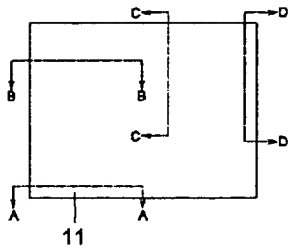
【図65】



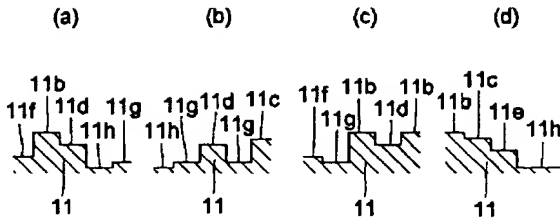
【図66】



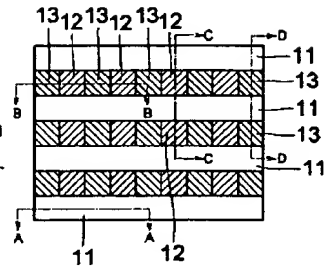
【図67】



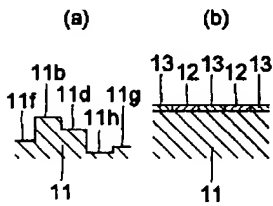
【例68】



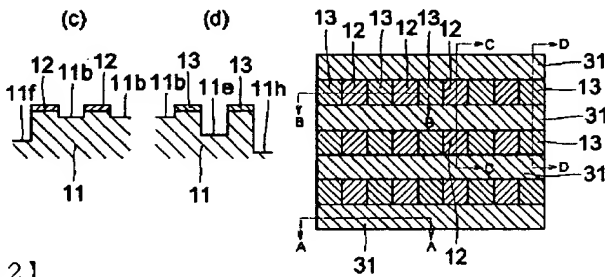
【☒69】



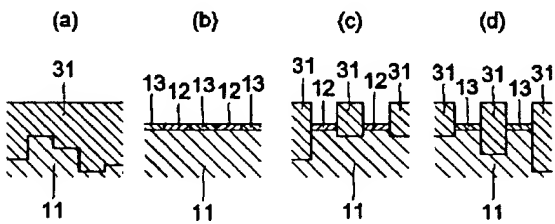
【図70】



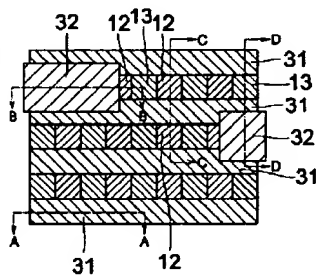
【例 7 1】



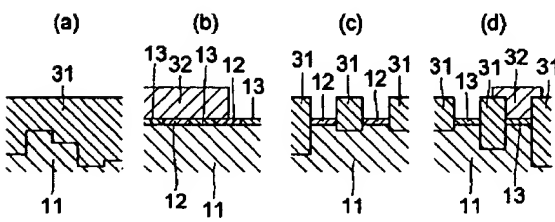
【图72】



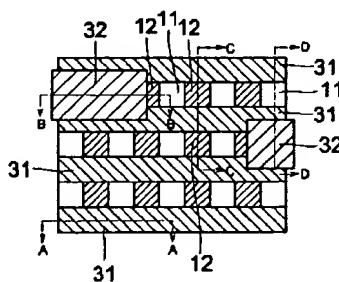
【☒73】



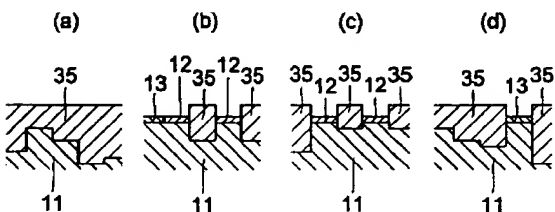
【图74】



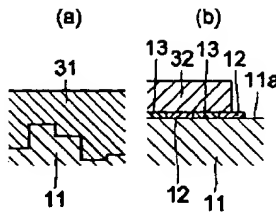
【図75】



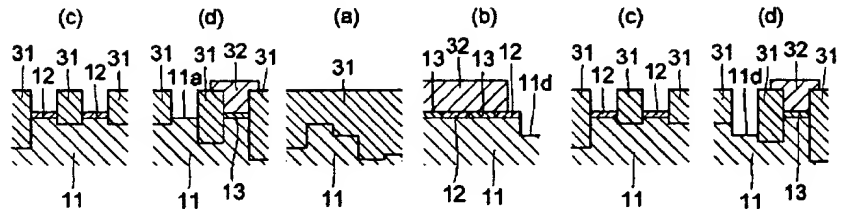
【图86】



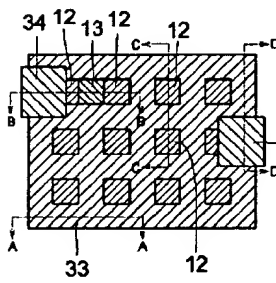
【図76】



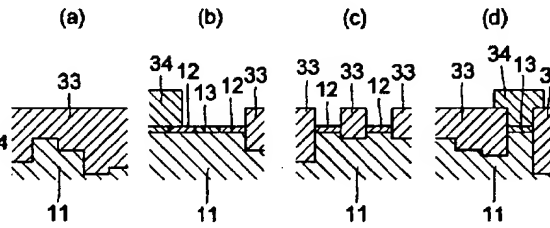
【図77】



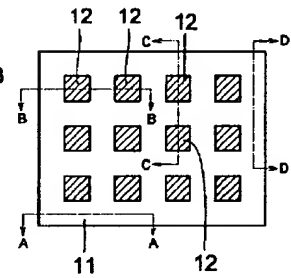
【例78】



【☒79】

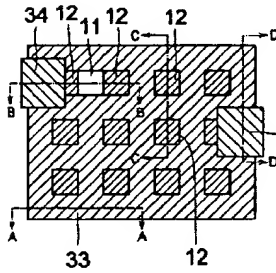


【☒90】

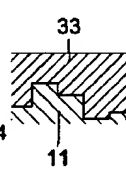


【例81】

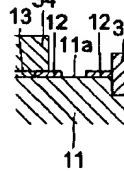
【図80】



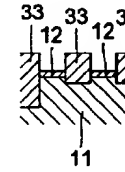
(a)



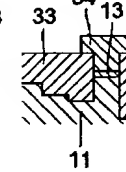
(b)



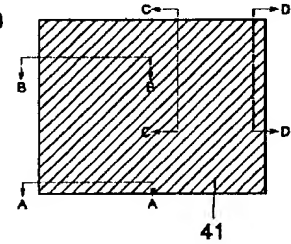
(c)



(d)

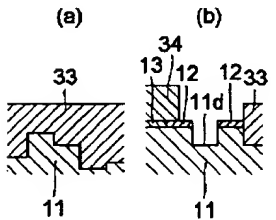


【図92】

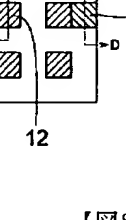
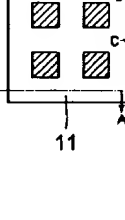
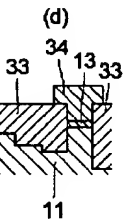


【例83】

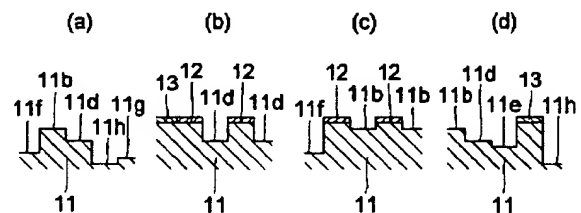
【図82】



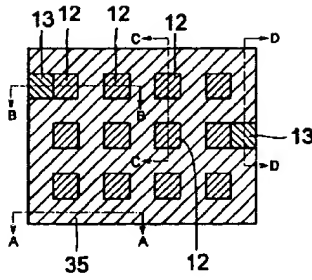
c)



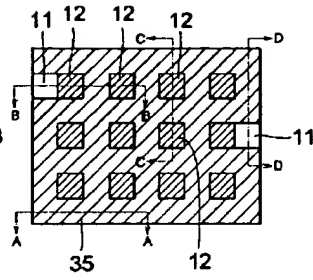
【図84】



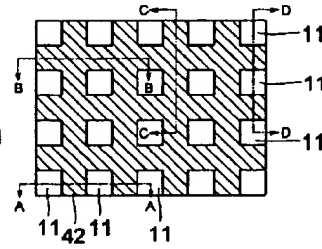
【図85】



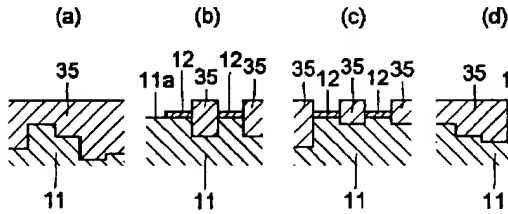
【図87】



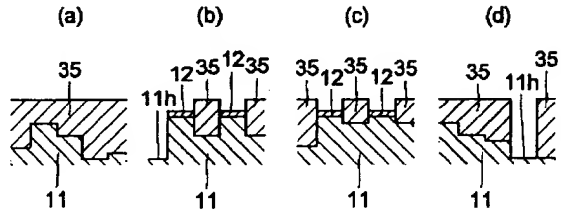
【図94】



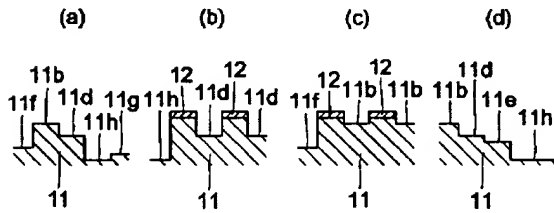
【図88】



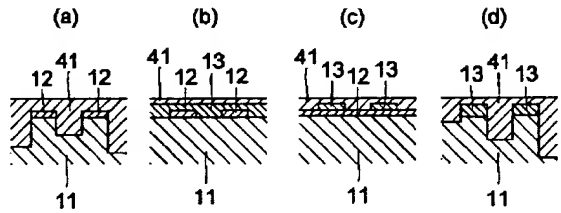
【図89】



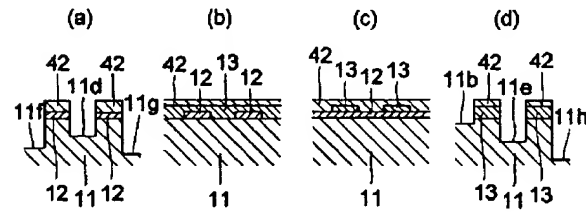
【図91】



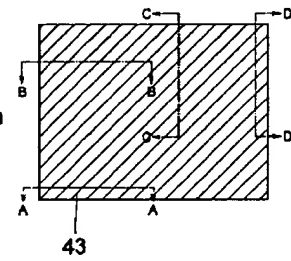
【図93】



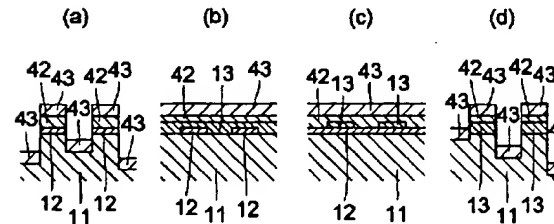
【図95】



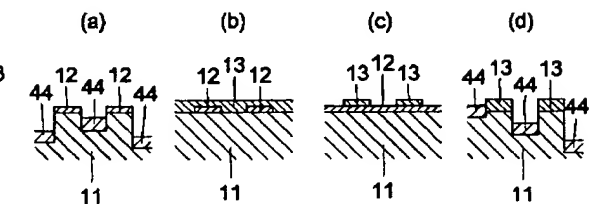
【図96】



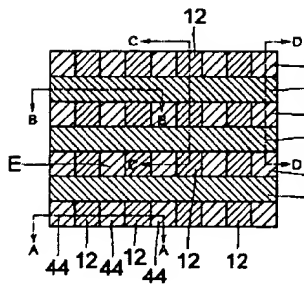
【図97】



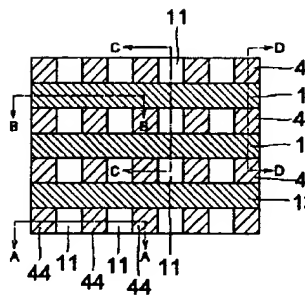
【図99】



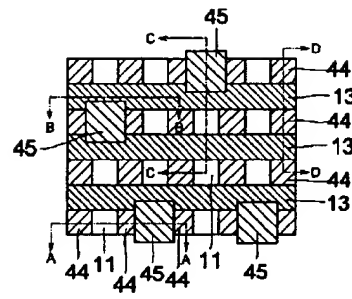
【図98】



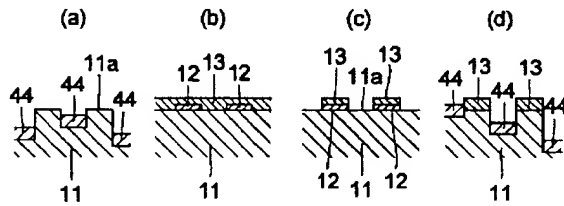
【図100】



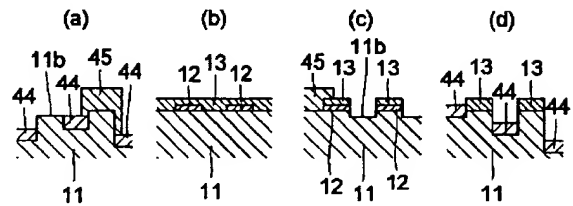
【図102】



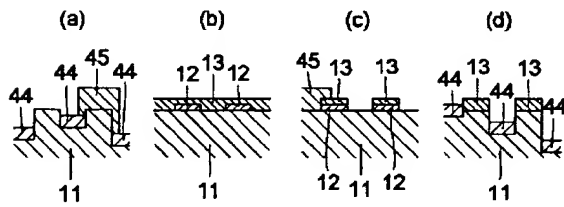
【図101】



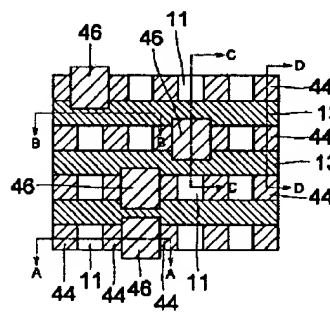
【図104】



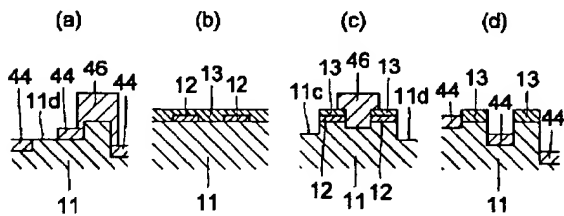
【図103】



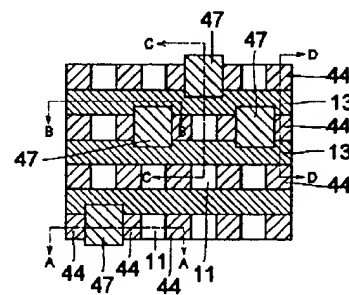
【図105】



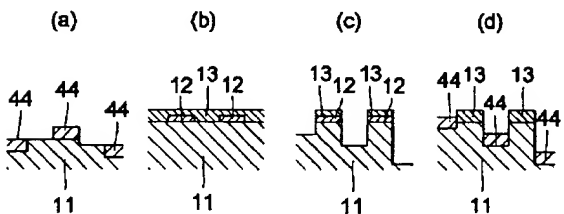
【図106】



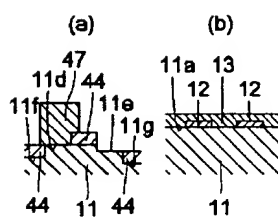
【図107】



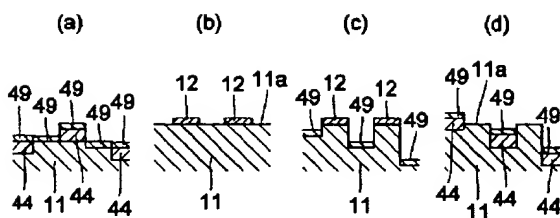
【図110】



【図108】

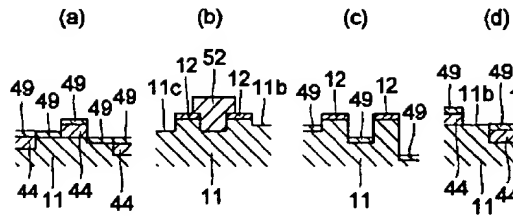


【例 118】

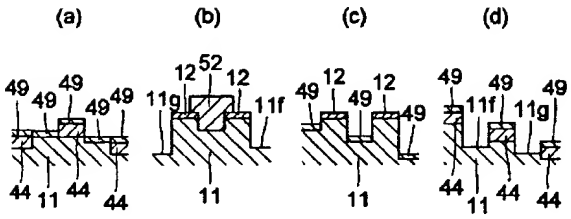




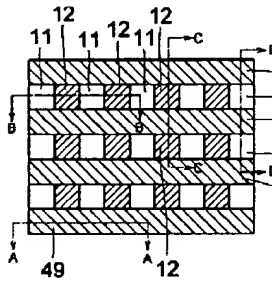
【図126】



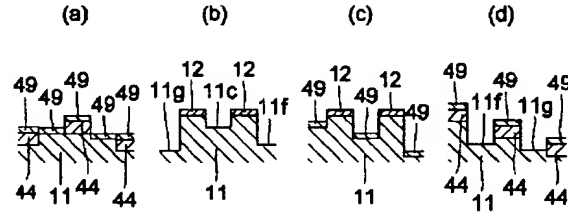
【図127】



【図128】

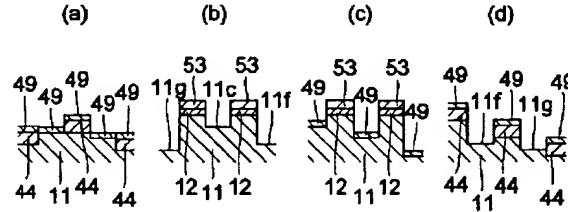
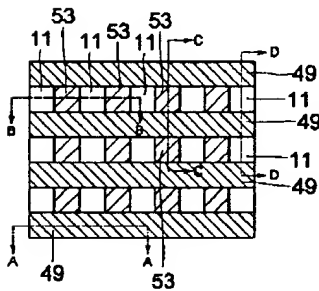


【図129】

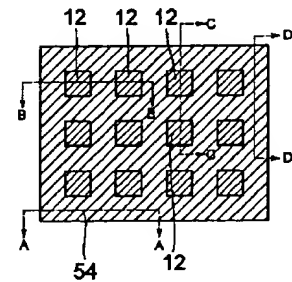


【図131】

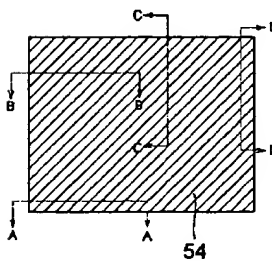
【図130】



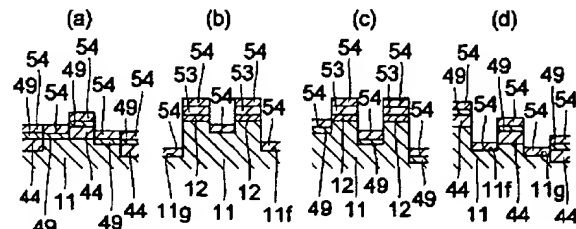
【図134】



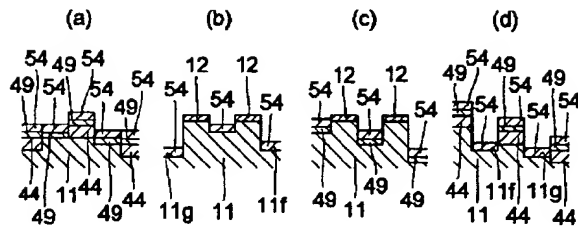
【図132】



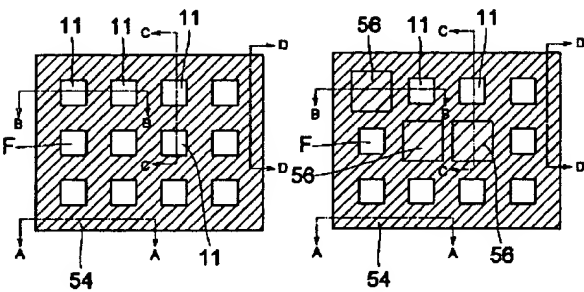
【図133】



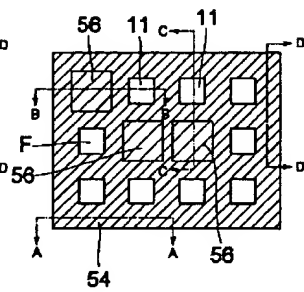
【図135】



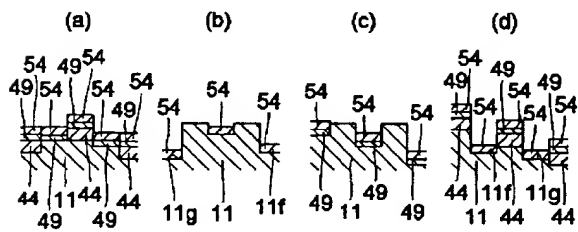
【☒136】



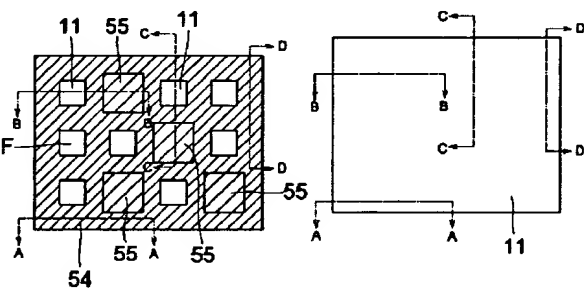
【図141】



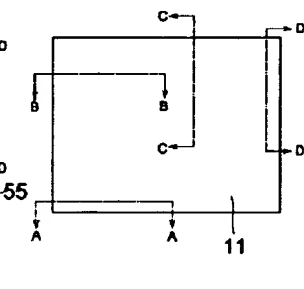
【图 137】



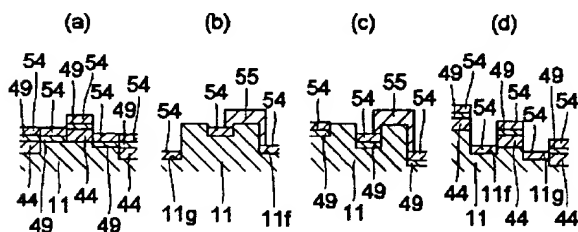
【图138】



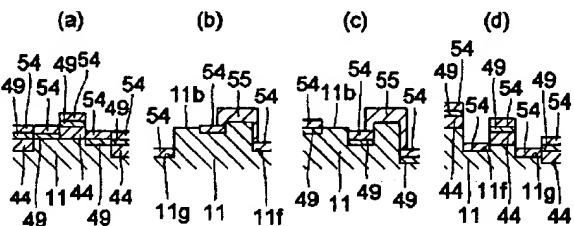
【☒148】



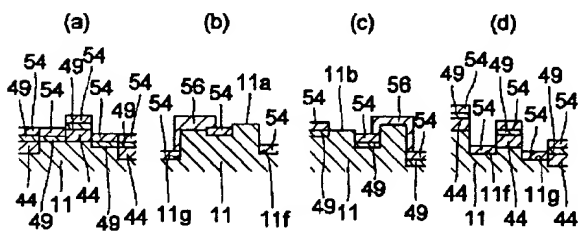
【図139】



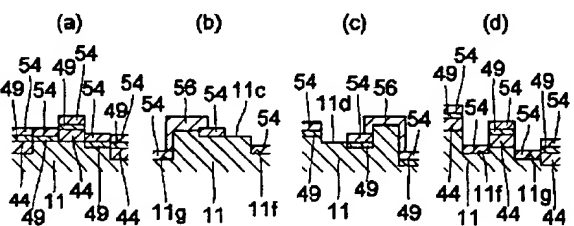
【図140】



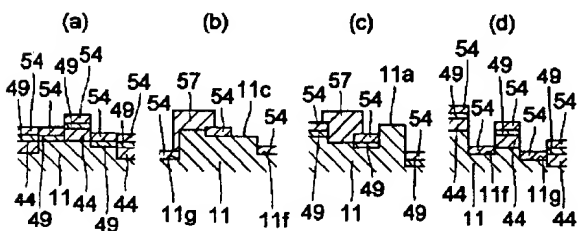
【图 142】



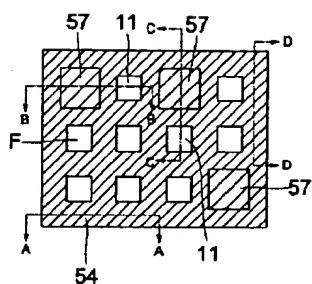
【例 143】



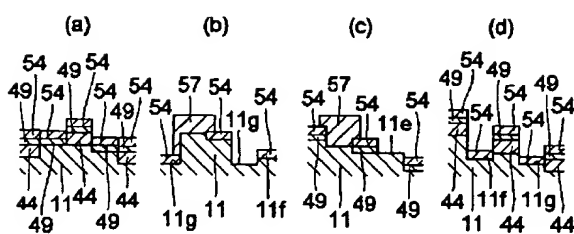
【図145】



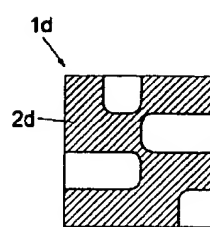
【図144】



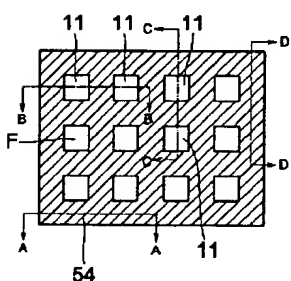
【図146】



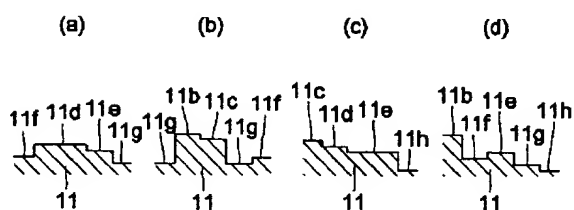
【図155】



【図147】

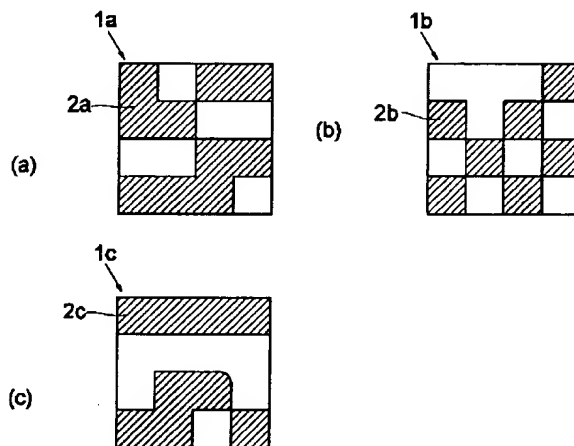
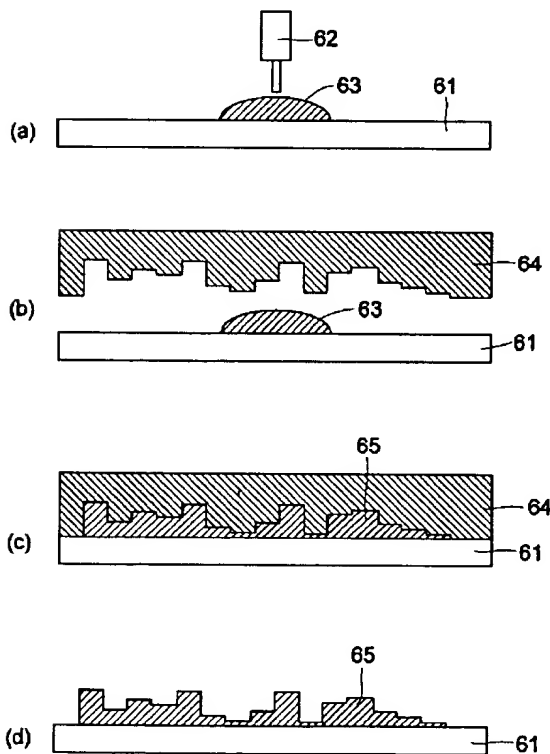


【図149】

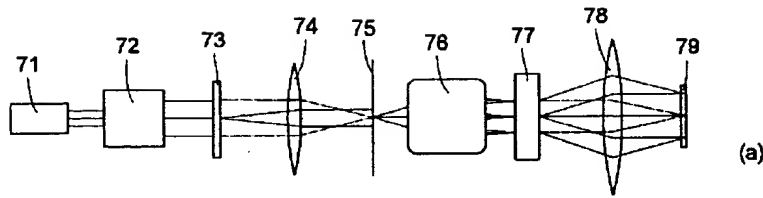


【図152】

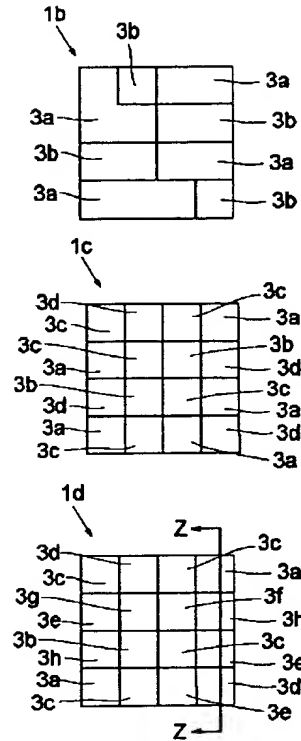
【図150】



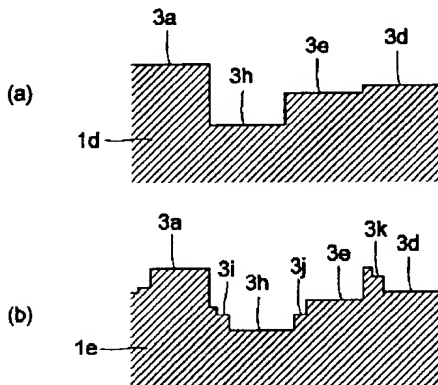
【図151】



【図153】



【図154】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年1月28日(2000.1.28)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための請求項1の発明は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法である。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】また、請求項2の発明は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスク

を互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、これらの第1のマスクと第2のマスクのうちの少なくとも一方を用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法である。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】請求項3の発明は、基板上にストライプ状の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのうちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて全てのレベルの位置を規定することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法である。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】請求項4の発明は、基板上にストライプ状

の異種材料から成る第1のマスクと第2のマスクを互いに異なる方向に向けて重ねて形成し、前記第1のマスクと前記第2のマスクのうちの少なくとも一方と、前記第1のマスク又は前記第2のマスクから転写した第3のマスクとを用いて前記基板をエッチングすることを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項5の発明は、前記第1のマスクと前記第2のマスクにより覆わない部分の前記レベルは、前記第1のマスクと前記第2のマスクにより覆った部分の前記レベルよりも先に形成する請求項1～4のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項6の発明は、前記第1のマスクと前記第2のマスクは異種の金属材料である請求項1～5のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項7の発明は、前記第1のマスクと前記第2のマスクは、それらのストライプが互いに直交する方向に向くように形成したこと特徴とする請求項1～5のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項8の発明は前記第1のマスクはクロムであり、前記第2のマスクはアルミニウムであるか或いは前記第1のマスクはアルミニウム、前記第2のマスクはクロムである請求項1～7のうちの何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項9の発明は、前記第3のマスクはアルミナである請求項3～8の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項10の発明は、前記基板は石英である請求項1～9の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項11の発明は、前記基板はフッ化物である請求項1～9の何れか1つの請求項に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項12の発明は、前記基板がフッ化カルシウム又はフッ化マグネシウムである請求項11に記載の二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項13の発明は、請求項1～12の何れか1つの方法に基づいて作製した二次元位相型光学素子を基にモールド形成することを特徴とする二次元位相型光学素子の作製方法である。請求項

14の発明は、請求項1～13の何れか1つの方法に基づいて作製した二次元位相型光学素子である。請求項15の発明は、請求項14の二次元位相型光学素子を使用した照明系である。請求項16の発明は、請求項15に記載の照明系によりマスクのパターンを照明する露光装置である。請求項17の発明は請求項16に記載の露光装置により、デバイスパターンでウエハを露光し、露光した前記ウエハを現像する段階を有するデバイス製造方法である。請求項18の発明は、請求項14に記載の素子を有する光コネクタである。請求項19の発明は、請求項18に記載のコネクタを有する光インタコネクションシステムである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】基板11の材料には石英やフッ化カルシウムを使用するか、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム、フッ化アルミニウム等のフッ化物を使用する。特に、本発明により製造された光学素子が用いられる露光装置がArFエキシマレーザー、KrFエキシマレーザー、超高圧水銀ランプのi線等によりレクチルパターンを縮小するもの場合には、石英が有効となる。本発明により製造された光学素子が用いられる露光装置がArFレーザー、フッ素レーザー等の短波長の光線を使用してレクチルパターンを縮小するもの場合は、フッ化物が有効となる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正内容】

【0060】以上の各実施例によれば、レジストパターンのセグメントの隅部が丸まることがなく、正確なレベルを形成できる。

